

Aus der Augenklinik der Freien Universität Berlin
Klinikum Charlottenburg
Direktor: Prof. Dr. J. Wollensak

Die Aussagekraft von seitenunter-
schiedlichen ophthalmodynamo-
graphischen und ophthalmodynamo-
metrischen Meßergebnissen
bei Stenosen im
Carotis-Ophthalmica-Bereich

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Gerhard Wenzel
—
aus Sigmaringen

1976
—



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Augenklinik der Freien Universität Berlin
Klinikum Charlottenburg
Direktor: Prof. Dr. J. Wollensak

Die Aussagekraft von seitenunter-
schiedlichen ophthalmodynamo-
graphischen und ophthalmodynamo-
metrischen Meßergebnissen
bei Stenosen im
Carotis-Ophthalmica-Bereich

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Gerhard Wenzel
aus Sigmaringen

Referent : Professor Dr. J. Wollensak
Koreferent : Professor Dr. E. Weigelin

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fachbereiche der Freien Universität Berlin



Promoviert am : 6. Mai 1976

Mein besonderer Dank gebührt Herrn Professor Dr. J. Wollensak, Direktor der Augenklinik der Freien Universität Berlin im Klinikum Charlottenburg, für die Überlassung des Themas, für die Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit sowie für die Erstattung des Referates.

Herrn Dr. W. Kypke danke ich für die Einführung in die Methodik und Problemstellung.

Für die Unterstützung bei der Auswertung der Untersuchungen und bei der Anfertigung der Tabellen danke ich Frau Dipl. Ing. K. Schmidt vom Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation der Freien Universität Berlin (Direktor: Prof. Dr. Dr. G. Fuchs).

I. Einleitung

II. Beschreibung der Methode

III. Eigene Ergebnisse

IV. Diskussion und Vergleich mit der Literatur

V. Zusammenfassung

VI. Schrifttum

Einleitung

Die vor ca. 50 Jahren von dem französischen Augenarzt Bailliart angegebene Methode der Ophthalmodynamometrie (ODM) hat in neuerer Zeit an Interesse gewonnen, nachdem vor allem Weigelin und Lobstein in ihrer Monographie 1962 die theoretischen Grundlagen klar formuliert haben.

Anknüpfend an diese Untersuchungsmethode hat 1956 bis 1962 H. Hager in der Universitäts-Augenklinik Tübingen die Ophthalmodynamographie (ODG) entwickelt. Bei dieser Methode werden Oberarmblutdruck (nach dem Grundprinzip von Riva-Rocci) sowie Blutdruck und Pulsationsvolumen der Arteria ophthalmica synchron automatisch registriert.

Das Hauptanwendungsgebiet der ODM und ODG sind die Gefäßstenosen im Carotis-Ophthalmica-Bereich. In der Literatur wird die Aussagekraft beider Untersuchungen bei derartigen Erkrankungen größtenteils sehr hoch eingeschätzt. Zahlreiche Autoren berichten über die Einfachheit, Ungefährlichkeit und Treffsicherheit von ODG und ODM bei der Diagnose von Stenosen und Verschlüssen in diesem Gefäßgebiet.

Die Erfahrungen an unserer Klinik zeigten jedoch, daß der ODG und ODM in den entsprechenden Fachgebieten nicht die Bedeutung zugemessen wird, die ihnen nach dem Schrifttum zukommen würde. Deshalb war es von Interesse, unsere Mes-

sungen bei Gefäßstenosen im Carotis-Ophthalmica-Bereich auszuwerten und mit den bereits veröffentlichten Erfahrungen anderer Autoren zu vergleichen.

Methode

1) Ophthalmodynamometrie

Die Grundlagen der Ophthalmodynamometrie sind in der Literatur mehrfach ausführlich beschrieben und sollen deshalb hier nicht näher geschildert werden. Für unsere Messungen benutzten wir das Dynamometer nach Müller. Wir führten die Untersuchungen immer im Sitzen durch nach den von E. Weigelin und A. Lobstein angegebenen Richtlinien (Monographie 1962). Der zugehörige Oberarmblutdruck wurde kurz vor der Untersuchung mit dem Apparat nach Riva-Rocci gemessen. Zur Beurteilung der Beziehung zwischen Oberarmblutdruck und Ophthalmicadruk dienten die von Bedavanija angegebenen Tabellen (Weigelin-Lobstein 1962).

2) Ophthalmodynamographie

Auch hier sei, was die Grundlagen der Methode betrifft, auf das Schrifttum verwiesen (H.Hager, H.Bettelheim, J. Finke u.a.). Wir benutzten für unsere Untersuchungen einen Ophthalmodynamographen nach Hager-Otto. Die Augenkapseln wurden mittels eines Stahlbügels am Kopf befestigt, der Anlagedruck betrug dabei immer über 2 kg. Ein 6-Kanalschreiber registrierte synchron Oberarmblutdruckkurven und Bulbus-Orbita-Oszillogramme beider Seiten sowie eine Ekg-Ableitung.

Soweit es der Allgemeinzustand der Patienten zuließ, führten wir zwei Messungen im Liegen und eine im Sitzen durch. Die erste Messung im Liegen wurde nicht mitausgewertet, da sie am stärksten durch psychische Faktoren beeinflusst sein mußte. Zur Auswertung der Kurven bedienten wir uns der von H. Hager angegebenen Kriterien. Die Blutdruckwerte legten wir dabei auf 5 mm Hg genau fest.

Da bei der ODG weder die Normalwerte für das Pulsationsvolumen (H.Derka) noch die des Ophthalmicadruckes (F. Sayegh) bisher exakt festliegen, betrachteten wir bei der Auswertung der Untersuchungen vor allem Seitenunterschiede zwischen rechts und links. Die ophthalmo-brachialen Relationen wurden mitbewertet, wo dies von Bedeutung war. Als Normalwert galt dann der Oberarmblutdruck ± 10 mm Hg.

Ganz bewußt wird auf die Schilderung der klinischen Symptomatik weitgehend verzichtet. Um eine gute Übersichtlichkeit der Darstellungen zu erreichen, ist sie wegen ihrer Vielgestaltigkeit lediglich dort beschrieben, wo es für die Problemstellung von Bedeutung war.

Eigene Ergebnisse

1) Ophthalmodynamographie

Aus über 500 dynamographischen Untersuchungen in einem Zeitraum von 3 Jahren wurden diejenigen herausgegriffen, die unter der Fragestellung eines stenosierenden Gefäßprozesses im Kopf-Hals-Bereich durchgeführt worden waren. Unter den dabei gefundenen 121 Patienten waren 68, die gleichzeitig durch röntgenologische Gefäßdarstellungen beurteilt worden waren. Bei 22 Patienten konnte angiographisch kein Gefäßprozess verifiziert werden. Jedoch nur bei 3 Patienten aus dieser Gruppe konnte durch vollständige Darstellung der in Frage kommenden Gefäße eine Stenosierung angiographisch ausgeschlossen werden.

Bei 46 Patienten waren durch Gefäßdarstellungen Stenosen und Verschlüsse der zuführenden Gefäße im Kopf-Hals-Bereich nachgewiesen worden. Auf dieser Gruppe soll im folgenden der Schwerpunkt der Betrachtungen liegen.

Bei je 2 Patienten wurde der Befund noch intraoperativ bzw. pathologisch-anatomisch bestätigt:

Tab. 1: Patienten mit Verdacht auf Stenose im Carotis-Ophthalmica-Bereich

Pat. mit ODG	Pat.mit ODG und Angiograph.	angiogr. nachgew. Stenosen	angiograph. keine Sten. nachgewies.
121	68	46	22
			19 3
			unklare Stenose Fälle ausge- schloss.

Über die Lokalisation der gefundenen Gefäßstenosen und -verschlüsse gibt Tabelle 2 Auskunft:

Tab. 2: Lokalisationen

I	A.carotis commun. oder Trunc. brachioceph.	22
II	A.carotis interna <u>vor</u> Abgang der A.ophthalmica	21
III	hochsitzende Stenosen <u>nach</u> Ab- gang der A.ophthalmica	0
IV	Kombinationen der Gruppen I und II	2
V	Verschluß der A.ophthalmica	1
	insgesamt	= 46

Bei 7 Patienten wurden auf beiden Seiten Stenosierungen nachgewiesen. Sie sollen hier aus folgenden Gründen nicht gesondert betrachtet werden:

- (1) Die klinische Symptomatik und vor allem der angiographische Befund sprachen bei allen 7 für eine überwiegend einseitig gestörte Hämodynamik.
- (2) Fünf dieser Patienten wiesen auch bei unseren Messungen pathologische Seitenunterschiede auf.
- (3) Bei den beiden übrigen lagen sämtliche Werte im Normbereich. Sie sind somit ohnehin als sicher falsch-negative Befunde zu beurteilen.

Deshalb schien es gerechtfertigt, diese 7 Patienten in allen Tabellen entsprechend ihrer klinisch und angiographisch relevanten Stenose mitaufzuführen. Dieses Vorgehen sollte einer größeren Übersichtlichkeit dienen.

Aus demselben Grunde wurde auch nicht zwischen Stenosen und Verschlüssen unterschieden. Bekanntlich ist weniger der Grad der Stenosierung als die erfolgte Kollateralisierung entscheidend für das hämodynamische Ergebnis.

Mit Ausnahme des Ophthalmica-Verschlusses (Tab.2) wurden somit alle Stenosen und Verschlüsse zusammengefaßt.

Ihnen ist gemeinsam die Lokalisation vor dem Abgang der A. ophthalmica. H. Hager und J. Finke geben als typische ophthalmodynamographische Kriterien zu diesem "tief sitzenden Karotisverschluß" an: Auf der erkrankten Seite eine

relative Verminderung des Ophthalmicablutdruckes und eine relative Verminderung des Pulsationsvolumens im Vergleich zur Gegenseite.

Die folgenden Tabellen sollen zeigen, inwieweit diese Befunde bei unseren Patienten bestätigt werden konnten. Es handelte sich dabei um 16 Frauen und 29 Männer. Das Alter betrug 23 bis 74 Jahre, die meisten waren zwischen 40 und 70 Jahre alt.

(In diesen Tabellen ist die Anzahl der Befunde jeweils aufgegliedert in erwartungsgemäße und gegenüber dem angiographischen Befund paradoxe Ergebnisse. So trat z.B. die absolute Druckdifferenz von 0-9 mmHg systolisch 20mal auf, dabei lag 17mal eine Druckerniedrigung auf der stenotischen Seite vor, 3mal war der Druck auf der Seite der nachgewiesenen Stenose höher als auf der Gegenseite.)

Tab. 3: ODG, P-ophth.-Seitendifferenzen, Liegen

absolute Druckdiff. in mmHg	systol.	diastol	Pm
0-9	17 + 3 = 20	20	16 + 8 = 24
10-19	5 + 4 = 9	3 + 6 = 9	3 + 2 = 5
20-29	3	4 + 1 = 5	3 + 1 = 4
30-39	2	2 + 1 = 3	3
40 und mehr	6	1	2
nicht meßbar	5	7	7
insgesamt	38 + 7 = 45	37 + 8 = 45	34 + 11 = 45

Tab. 4: ODG, P-ophth.-Seitendifferenzen, Sitzen
(Aufgliederung entsprechend Tab.3)

absolute Druckdiff. in mmHg	systol.	diastol.	Pm
0-9	18	15 + 3 = 18	14 + 8 = 22
10-19	6 + 4 = 10	7 + 4 = 11	5 + 3 = 8
20-29	2 + 1 = 3	2 + 3 = 5	2
30-39	1	0	2
40 und mehr	6	2	2
nicht meßbar	7	9	9
insgesamt	40 + 5 = 45	35 + 10 = 45	34 + 11 = 45

Tab. 5: Pulsationsvolumenquotienten (PvQ)
(Aufgliederung entsprechend Tab.3)

PvQ-Bereiche	Liegen	Sitzen
I 0,75 - 1,25	17 + 2 = 19	21 + 2 = 23
II > 1,25 - 1,32 0,66 - < 0,75	2 + 1 = 3	0
III > 1,32 < 0,66	18	16
nicht meßbar	5	6
insgesamt	42 + 3 = 45	43 + 2 = 45

Zu Tab. 5: Die Gruppen I und II umfassen die Normwerte. Gruppe II ist ein willkürlich gewählter Grenzbereich, Gruppe III sind die nach H. Hager und H. Seitz sicher pathologischen Werte.

Auffallend an den Tabellen 3 bis 5 ist die Zahl der paradoxen Werte, d.h. Werte, die im Widerspruch zum angiographischen Befund stehen. Beim PvQ waren sie mit einer Ausnahme weit innerhalb der Norm und hatten somit keine Bedeutung (Tab.5). Häufiger treten solche Ergebnisse in den Tabellen 3 und 4 auf. Bei diesen Patienten war der PvQ entweder klar im Normbereich (0,75 - 1,25), oder er lokalisierte die Stenose auf die andere, dem angiographischen Befund entsprechende Seite.

Diese "seitenverkehrten" Meßwerte können verschiedene Ursachen haben:

- (1) Abnorme Elastizitätsverhältnisse der Gefäße können eine Pulsationsvolumenerhöhung und Blutdruckerniedrigung einer Seite im Vergleich zur Gegenseite physikalisch erklären.
- (2) Weitere nicht nachgewiesene Stenosen könnten ebenfalls verantwortlich sein: Auf der stenotischen Seite unerkannt gebliebene hochsitzende Stenosen, oder Übergreifen der verifizierten Stenose auf den A. ophthalmica-Abgang und dadurch Verschluß eines A. carotis externa - A. ophthalmica-Kollateralkreislaufes mit nachfolgender Druck-

erhöhung (H.Bettelheim 1965). Oder eben eine nicht nachgewiesene Stenose der Gegenseite.

(3) Im übrigen ist auch an Fehler zu denken, die in der Methode zu suchen sind, und an Schwierigkeiten beim Festsetzen der Blutdruckkriterien, die bei Stenoseoszillogrammen bekanntlich auftreten können (H.Hager).

Dazu sei hier gleich vorweggenommen, daß die dynamometrischen Untersuchungen diese paradoxen Ergebnisse mit einer Ausnahme nicht bestätigten (s. S.18 f).

Bei der Betrachtung der ophthalmo-brachialen Relationen wurde als Grenzwert ± 10 mmHg gewählt, da die ursprünglich angegebenen Normalwerte wahrscheinlich nicht zutreffen (H. de Marées und H. Hager 1969).

Tab. 6: Ophthalmo-brachiale Relationen (Differenz Pm-ophth. - Pm-brach.) auf der stenotischen Seite

absolute Druckdiff. in mmHg	Liegen	Sitzen
0 - 10	21	17
über 10	16	16
nicht meßbar	8	12
insgesamt	45	45

Zu Tab. 6: Im Liegen wäre bei 5 Patienten (im Sitzen bei 6) keine richtige Seitenlokalisation möglich gewesen, weil die Gegenseite entweder gleichsinnig pathologisch war, oder weil ihre Relation deutlich niedriger war. Außerdem bewirkte bei 3 Patienten eine Truncus brachioceph.-Stenose durch ihre Brachialisdruckerniedrigung eine normale Relation (0-10 mmHg) auf der stenotischen Seite. Die übrigen Patienten mit zusätzlichen Truncus- bzw. Subclavia-stenosen sind unter den nicht meßbaren Relationen aufgeführt.

Es bleibt die Frage, wieviele der Stenosen nun diagnostizierbar waren, wenn man alle seitenunterschiedlichen Werte eines Bulbus-Orbita-Oszillogrammes beurteilt.

Aus dem bisher Geschriebenen geht hervor:

Es empfiehlt sich, bei der Diagnosestellung dem PvQ die größte Bedeutung zuzumessen, an zweiter Stelle die P-ophth.-Seitendifferenz (vor allem Systole und Mitteldruck) und zuletzt eventuell die ophthalgo-brachialen Relationen zu bewerten, da in dieser Reihenfolge die Unsicherheit der Diagnose bzw. Lokalisationsdiagnose offensichtlich zunimmt (Tab. 3-6).

Folgende Werte wurden als pathologisch angesehen:

Ein PvQ über 1,32 bzw. unter 0,66 (H. Seitz), eine P-ophth.-Seitendifferenz von 20 mmHg, systolisch und diastolisch von 30 mmHg, eine Relation (Differenz Pm-ophth.

- Pm-brach.) von über 10 mmHg.

Die Tabelle 7 zeigt die auf diese Weise im Bulbus-Orbita-Oszillogramm gefundenen Stenosen bei den 45 Patienten:

Tab. 7: Diagnosestellung im Ophthalmodynamogramm bei 45 Patienten mit angiographisch nachgewiesenen Stenosen

bei Auswertung von	Anzahl der ODG's mit pathol.werten	davon mit richt. Seitenlokalisat.
PvQ allein	21	21
PvQ und P-ophth.	+ 5	+ 4
bei Mitbewertung der Relationen	+ 2	+ 1
typ.Stenoseoszillogr. ohne meßbare Werte	+ 4	+ 4
insgesamt	= 32	= 30

Diese Treffsicherheit bei der Lokalisation kommt bei unseren Patienten nur dann zustande, wenn man die oben beschriebene Wertigkeit der Meßergebnisse berücksichtigt.

Die übrigen 13 Patienten zeigten keine pathologischen Seitenunterschiede. Prozentual ausgedrückt (bei 45 Fällen natürlich fragwürdig) ließ sich die Diagnose einer Stenose bei 71 % der Patienten stellen und bei 67 % auf die Seite der angiographisch verifizierten Stenose lokalisieren.

bei den Messungen im Liegen waren 28, im Sitzen 24 pathologische Ophthalmodynamogramme aufgetreten. Bei 2 Patienten mit pathologischen werten war die Untersuchung nur im Liegen durchgeführt worden. Daraus ergibt sich, daß durch die zusätzliche untersuchung im Liegen 8 weitere Stenosen entdeckt wurden. Hingegen wären uns bei einer alleinigen untersuchung im Liegen 6 Stenosen entgangen.

Von großem Interesse, jedoch mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist die Aussage über falsch-positive Meßergebnisse. Das Problem soll in Zusammenhang mit den dynamometrischen Ergebnissen besprochen werden (s.S.22).

2) Ophthalmodynamometrie

Da bei 9 Patienten keine Ophthalmodynamometrie durchgeführt worden war, wird im folgenden nur von 36 Patienten die Rede sein.

Wie in den Tabellen 3 und 4 sind in Tabelle 8 die Seitenunterschiede der Ophthalmica-Druckwerte veranschaulicht, analog anderen Autoren hier (ODM) jedoch in relativen werten, wobei der höhere Druck 100 % entspricht.

Tab. 8: Relative Ophthalmicdruck-Seitendifferenzen bei der ODM, 36 Patienten mit angiographisch verifizierten Stenosen, aufgeteilt in (nach dem Angiographiebefund) erwartungsgemäße und paradoxe Differenzen wie in Tab.3

relative Druckdiff. in %	systol.	diastol.	Pm
0-9	10 + 1 = 11	12 + 1 = 13	12 + 2 = 14
10-19	7	8 + 2 = 10	6 + 1 = 7
20-29	8	3 + 1 = 4	5
30 und mehr	10	9	10
insgesamt	35 + 1 = 36	32 + 4 = 36	33 + 3 = 36

In der Tabelle 9 werden für den Mitteldruck die Ergebnisse der ODG und der ODM bei diesen 36 Patienten einander gegenübergestellt.

Tab. 9: Seitendifferenzen des Mitteldruckes in ODG und ODM, getrennt wie in Tabelle 3 in erwartungsgemäße und paradoxe Differenzen

absolute Druckdiff. in mmHg	ODG (Sitzen) Pm-ophth.	ODM Pm-ophth.
0-9	10 + 6 = 16	12 + 3 = 15
10-19	5 + 3 = 8	12
20-29	2	6
30 und mehr	4	3
nicht meßbar	6	
insgesamt	27 + 9 = 36	33 + 3 = 36

Bei den 3 paradoxen Ergebnissen der ODM handelte es sich zweimal um eine Seitendifferenz von 1 mmHg, also bedeutungslos. Der dritte "seitenverkehrte" Wert war von einer 68jährigen Patientin mit einem rechtsseitigen Carotis-interna-King-King und einer linksseitigen Subclaviastenose mit Steal-Symptomatik. Dies erklärt die Ophthalmicadruk-Erniedrigung auf der linken Seite in ODG und ODM. Die Seitendifferenz war bei der ODG im Liegen 10 mmHg, im Sitzen 9 mmHg, bei der ODM 4 mmHg (= 11%). Der P_{vQ} war im Normbereich.

Die Tabellen 10 und 11 stellen den widersprüchlichen Ergebnissen der ODG die zugehörigen dynamometrischen Messungen gegenüber. Die oben erwähnte Patientin mit Subclavian-Steal-Syndrom der Gegenseite ist nicht mitaufgeführt.

Tab. 10: Systolische Seitendifferenzen bei Patienten mit unterschiedlicher Stenosen-Lokalisation in ODG und ODM. Meßergebnis der gesunden Seite - Meßergebnis der stenotischen Seite

Patient	Seitendiff. des syst.P-opth.in	
	ODG	ODM
W.P.	- 10	2
B.E.	- 10	8
K.H.	- 10	46
B.F.	- 20	7

Tab. 11: Diastolische Seitendifferenzen bei Patienten mit unterschiedlicher Stenosen-Lokalisation in ODG und ODM. Meßergebnis der gesunden Seite - Meßergebnis der stenotischen Seite

Patient	Seitendiff. des	
	diast. P-opth.in ODG	ODM
K.H.	- 5	13
B.F.	- 10	7
R.K.	- 15	2
K.H.L.	- 15	13
S.J.	- 20	3
B.E.	- 25	6

Die "seitenverkehrten" (negativen) Ophthalmicadruckdifferenzen in der ODG wurden also durch die ODM nicht bestätigt. Diese zeigte entweder annähernd seitengleiche Werte, oder dem angiographischen Befund entsprechende Seitendifferenzen.

Diese Tatsache ist einerseits durch die unterschiedlichen Meßorte beider Methoden erklärbar. Andererseits ist der Verdacht einer methodischen Unsicherheit nicht von der Hand zu weisen, wobei die dynamographischen Blutdruckmessungen vorwiegend betroffen sein würden, während der P_vQ und die dynamometrischen Werte eine bessere Aussagekraft bezüglich der Lokalisationsdiagnose haben.

Es muß allerdings hinzugefügt werden, daß die diastolischen Druckwerte der ODM bei 3 Patienten Druckerhöhungen auf der stenotischen Seite ergaben, die wiederum durch die ophthalmodynamographischen Messungen nicht bestätigt wurden. Sie waren seitengleich. Die Unsicherheit der diastolischen Werte für die Diagnosestellung ist bekannt durch Untersucher, die lediglich die Diastole des Ophthalmicadruckes bestimmten und dabei unzuverlässige Ergebnisse erhielten (z.B. A. Munthe-Kaas und H. Holst 1965).

Wiederum ist die Frage zu beantworten, wieviele der 36 Stenosen mit der Ophthalmodynamometrie diagnostiziert werden konnten.

als pathologische Seitendifferenzen galten eine systolische Druckdifferenz von 15 %, eine Mitteldruckdifferenz von ebenfalls 15 % und eine diastolische Druckdifferenz von 20 %. Eine Relation von mehr als 9 mmHg unter dem nach Bedavanija zu erwartenden Wert wurde als pathologisch angesehen (E. Weigelin und A. Lobstein).

Lntsprechend Tabelle 7 ergibt sich für die Ophthalmodynamometrie das folgende Bild:

Tab. 12: Diagnosestellung mit der Ophthalmodynamometrie bei 36 Patienten mit angiographisch verifizierter Gefäßstenose

Bei Auswertung von	Anzahl der ODM's mit pathol. werten	davon mit richt. Seitenlokalisation
Pm allein	20	20
zusätzlich P-syst.	+ 2	+ 2
zusätzlich P-diast.	+ 1	
zusätzliche ODM's mit bds.pathol.Relationen	+ 4	
insgesamt	= 27	= 22

Prozentual ausgedrückt war die Diagnose mit der ODM bei 75 % der Patienten zu stellen, die richtige Seitenlokalisation wurde bei 61 % gefunden.

Zum Vergleich die dynamographischen Ergebnisse bei diesen 36 Patienten: Bei 25 Patienten (69 %) wurde die Diagnose einer Stenose gestellt, 24mal (67 %) die Stenose auf die richtige Seite lokalisiert.

Nimmt man beide Methoden (ODG und ODM) zusammen, so bleiben lediglich 4 Patienten, die keine verwertbaren pathologischen Befunde aufwiesen. Somit war die Diagnosestellung unter Berücksichtigung beider Untersuchungsmethoden bei 32 Patienten (89 %) möglich.

Hinzuzufügen ist noch eine Patientin mit Verschluß der Ar-

teria ophthalmica (Tab.2). Hier war der Pvw 1,0; der Ophthalmicadruck in ODG und ODM auf der Seite des Verschlusses deutlich erniedrigt. Ein solches Ergebnis wurde von H. Bettelheim 1969 für isolierte Ophthalmicaverschlüsse beschrieben.

3) Falsch-positive Ergebnisse

Bei 22 Patienten war angiographisch keine Gefäßstenose nachgewiesen worden. 14 dieser Angiographien waren Aortenbogendarstellungen nach Seldinger. Sie zeigten zwar keine Stenosierungen, bei dieser Untersuchung werden aber nur die großen Halsgefäße bis allenfalls zur Schädelbasis eingesehen. An 4 Patienten wurden Carotisangiographien durchgeführt. Hierbei sind wegen der Punktionsstelle am Hals die Gefäßabgänge vom Aortenbogen nicht beurteilbar.

Nur bei 4 Patienten hatte man die fraglich stenotischen Gefäße von ihrem Abgang an der Aorta bis in die Peripherie dargestellt. Eine Angiographie zeigte eine diskrete Knickbildung der Arteria carotis interna. Die anderen Gefäßdarstellungen ergaben keine Auffälligkeiten. Die Ophthalmodynamometrien und Oszillogramme waren jedoch teilweise pathologisch:

Beobachtung I: Der 60jährige Patient K.K. hatte seit Monaten Augenflimmern, Augenschmerzen, passagere Verdunkelungen

und halbseitige Kopfschmerzen, alles linksseitig lokalisiert. Der ophthalmologische Befund ergab beiderseits Gesichtsfeldeinschränkungen und eine trockene Makuladegeneration am linken Auge. Der neurologische Befund war unauffällig. Über dem Truncus brachioceph. war ein Strömungsgeräusch zu hören.

Es wurden zwei Bulbus-Orbita-Oszillogramme mit Ophthalmodynamometrie im Abstand von 4 Monaten angefertigt. Zwei Wochen nach der zweiten Untersuchung führte man eine Aortenbogendarstellung, eine Brachialisangiographie von rechts und eine Carotisangiographie links durch. (Bei der Brachialisangiographie wird die A. carotis in ihrem ganzen Verlauf dargestellt.) Dabei ergaben sich - abgesehen von einer geringfügigen Sklerose - keine Auffälligkeiten. Die zuvor gemachten Oszillogramme und Dynamometrien waren zum Teil pathologisch:

Tab. 13:

	ODG I (Sitzen)		ODM	
	re	li	re	li
P-syst./diast. brach.	120/70	130/80	120/70	120/70
P-syst./diast. ophth.	110/70	100/55	79/52	69/27
Pm-ophth.	87	74	64	45
PvQ	0,96			
Relation			- 7	- 26
Tension			14	18

Tab. 14: Gleicher Patient wie Tab.13; Untersuchung nach 4 Monaten

	ODG II (Sitzen)		ODM	
	re	li	re	li
F-syst./diast. brach.	135/80	135/80	120/80	120/80
F-syst./diast. ophth.	135/80	110/60	83/38	63/26
Fm-ophth.	103	81	57	42
PvQ	0,87			
Relation			- 20	- 33
Tension			19	14

Im Liegen war die Fm-ophth.-Seitendifferenz 37 mmHg. Nur die zweite Ophthalmodynamographie zeigte also deutliche Seitendifferenzen, während bei der ODM beide Messungen pathologisch waren. Wegen des unauffälligen Angiographiefundes scheinen hier falsch-positive Messungen vorzuliegen. Andererseits entsprechen die gemessenen Seitendifferenzen jedoch der klinischen Symptomatik, so daß eventuell auch eine angiographisch nicht faßbare hämodynamische Störung in Frage käme.

Beobachtung II: Der 62jährige Patient S.H. wurde zur Abklärung von Schwindelanfällen untersucht. Er war bis auf eine leichte Schwerhörigkeit links neurologisch unauffällig. Ein EEG ergab keinen Hinweis auf einen Herd oder eine Allgemeinveränderung.

Drei Monate nach der dynamographischen und dynamometrischen Untersuchung führte man beiderseits eine brachialis-angiographie durch, bei der keine Gefäßstenosen nachgewiesen wurden. Die Messungen lagen alle im Normbereich. Während jedoch die ODM seitengleiche Ophthalmicadruckwerte ergab, kann man bei dem P_{vQ} der ODG von einem Grenzbefund sprechen:

Tab. 15:

	ODG (Sitzen)		ODM	
	re	li	re	li
P-syst./diast. brach.	140/85	140/85	130/75	130/75
P-syst./diast. ophth.	125/70	125/65	90/45	90/45
Pm-ophth.	93	90	64	64
P _{vQ}	0,67			
Relation			- 11	- 11
Tension			13	13

Beobachtung III: Bei der 51jährigen Patientin S.G. trat akut eine armbetonte Hypalgesie und Hypaesthesie der linken Körperhälfte auf, außerdem eine flüchtige Hemiparese links und Schwindelerscheinungen mit Bewußtseinsverlust. Zusätzlich gab sie diffuse, stechende Kopfschmerzen an.

Die Ophthalmodynamographie ergab pathologische werte, während die dynamometrischen Meßergebnisse seitengleich waren.

Vier Tage später wurde eine Brachialisangiographie rechts durchgeführt, bei der kein Anhalt für einen Gefäßprozeß gefunden werden konnte:

Tab. 16:

	ODG (Sitzen)		ODM	
	re	li	re	li
P-syst./diast. brach.	110/90	105/90	100/85	100/85
P-syst./diast. ophth.	90/65	110/85	84/58	83/59
Pm-ophth.	76	96	69	69
PvQ	1,30			
Relation			± 0	± 0
Tension			10	10

Im Liegen war der PvQ 1,34; also pathologisch.

Auffallend sind bei dieser Patientin die widersprüchlichen Ergebnisse der ODG (Tab.16): Während der Ophthalmicadruk rechts erniedrigt ist, deutet der PvQ eine linksseitige Stenosierung an (Absolutwerte des Pulsationsvolumens re:li = 47,5 : 35,4).

Beobachtung IV: Bei der 64jährigen Patientin Sp.E. traten seit Monaten Schwindelanfälle mit Bewußtseinsverlust auf. Eine hypercholesterinaemie und eine generalisierte Arteriosklerose mit Stenokardien und peripheren Gefäßverschlüssen waren bereits bekannt. Über der rechten Arteria carotis comm. hörte man ein Strömungsgeräusch. Der ophthalmologische Befund

ergab eine Gesichtsfeldeinschränkung auf dem rechten Auge.

Wir führten im Abstand von zwei Monaten zwei Ophthalmodynamographien durch. Die erste Untersuchung ergab völlig seitengleiche Bulbus-Orbita-Oszillogramme, auch bei der gleichzeitig gemachten ODM war keine Mitteldruckdifferenz vorhanden. Die wegen der anhaltenden Beschwerden durchgeführte zweite ODG zeigte dann eine Ophthalmicadruk-Seitendifferenz (Pm) von 25 mmHg im Liegen und 20 mmHg im Sitzen, wobei der Druck links niedriger war als rechts. Der PvQ lag auch dieses Mal im Normbereich, eine ODM wurde nicht gemacht.

Einen Monat vor der ersten Messung war bereits eine Aortenbogendarstellung angefertigt worden. Sie hatte keinen Anhalt für Gefäßstenosen ergeben. Da die rechte A. carotis nicht sicher beurteilbar war, stellte man sie noch gesondert dar. Diese Carotisangiographie ergab eine diskrete Knickbildung der rechten A. carotis interna im Halsbereich, nur geringe Sklerose und keine Gefäßverschlüsse:

Tab. 17:

	ODG I (Sitzen)		ODM	
	re	li	re	li
P-syst./diast. brach.	130/85	130/85	130/75	130/75
P-syst./diast. ophth.	130/85	130/85	83/48	85/48
Pm-ophth.	104	104	63	64
PvQ	0,98			
Relation			- 14	- 13
Tension			19	19

Tab. 18: Gleiche Patientin wie Tab.17, Untersuchung nach zwei Monaten:

	ODG II (Liegen)		(Sitzen)	
	re	li	re	li
P-syst./diast brach.	150/85	140/85	150/100	155/95
P-syst./diast. ophth.	150/100	125/75	155/100	135/80
Pm-ophth.	121	96	123	103
PvQ	0,80		0,76	

Diese Knickbildung der rechten A. carotis interna wurde zur Erklärung der klinischen Symptomatik der Patientin herangezogen. Die seitengleiche Hämodynamik der ersten Untersuchung schloß eine funktionelle Stenosierung nicht aus, berücksichtigt man die Beschwerden der Patientin.

Die zweite Messung nach zwei Monaten entspräche einer linksseitigen Stenosierung. Gegen eine neue Stenose links sprach jedoch die völlig unveränderte Symptomatik.

Den hier beschriebenen 4 Patienten ist gemeinsam, daß bei seitenunterschiedlichen dynamographischen und dynamometrischen Messungen keine äquivalente Störung der Hämodynamik in den Gefäßdarstellungen nachgewiesen werden konnte.

Es liegt nahe, diese Ergebnisse als fehlerhafte Aussagen beider Methoden zu interpretieren. Andererseits ist dabei zu bedenken, daß die seitendifferenten Messungen gut mit der Klinik in Einklang zu bringen waren. Außerdem gibt eine

Arteriographie häufig aus technischen Gründen kein ganz eindeutiges Bild, besitzt also auch eine gewisse Breite der Interpretation. So wurde z.B. bei der zuletzt beschriebenen Patientin mit einem Carotis-King-King rechts die klinische Symptomatik erklärt. Die dynamographischen Ophthalmicadrukwerte lokalisierten die Störung allerdings auf die andere Seite.

Beachtenswert, daß dynamometrisch drei der vier Patienten seitengleiche Ophthalmicadrukwerte hatten.

Bei 18 weiteren Patienten waren, wie erwähnt (s.S.22), die in Frage kommenden Gefäßgebiete nicht vollständig genug dargestellt worden, um einen stenosierenden Prozeß ausschließen zu können. Hier traten 14mal pathologische Werte in der ODG auf, von den 14 durchgeführten Ophthalmodynamometrien zeigten nur zwei (!) eine pathologische Seitendifferenz. Da diese beiden auch pathologische Bulbus-Orbita-Oszillogramme aufwiesen, war somit die Gesamtzahl der diagnostizierten Gefäßstenosen ebenfalls 14.

Es bleibt die dritte Gruppe von 53 Patienten, die keine Indikation zu einer Angiographie boten. Hierbei zeigte die ODG 30mal pathologische Seitenunterschiede. 41 der 53 Patienten waren dynamometrisch untersucht worden. 12 dieser 41 Messungen wiesen deutliche Seitendifferenzen auf. Zweimal war nur die Dynamometrie pathologisch, so daß die Gesamtzahl der diagnostizierten Stenosen bei diesem Kollektiv 32 beträgt.

Ausgehend von den pathologischen Meßergebnissen aller 121 Patienten, die unter der Fragestellung eines stenosierenden Prozesses im Carotis-Ophthalmica-Bereich untersucht worden waren, ergibt sich folgendes Bild:

78 Patienten zeigten im Ophthalmodynamogramm Seitenunterschiede, die verdächtig auf eine Stenose waren. Bei 48 dieser 78 Patienten war eine Angiographie indiziert, schließlich wurden 33 stenosierende Gefäßprozesse nachgewiesen.

Von den insgesamt 38 Patienten mit pathologischer Dynamometrie boten 26 eine Indikation zur Gefäßdarstellung, es resultierten 24 verifizierte Stenosen.

Die Tabelle 19 gibt diese Verhältnisse (auch prozentual) wieder:

Tab. 19: Seitendifferenzen und angiographische Resultate

	ODG	ODM
Anzahl d. Untersuchungen m. pathol. Seitenuntersch.	78 (=100%)	38 (=100%)
klinisch Angiographie indiziert bei	48 (61%)	26 (68%)
angiographisch Stenose verifiziert bei	33 (42%)	24 (63%)

Die Aussage dieser Tabelle ist begrenzt durch die Tatsache, daß nicht alle Patienten dynamometrisch untersucht wurden. (Bei 91 der 121 Patienten war auch eine ODM gemacht worden.)

Diskussion

1) Die angiographisch verifizierten Gefäßstenosen

In der Ophthalmodynamometrie ist bei Stenosen im Carotis-Bereich in über 80% der Fälle (E.Weigelin und A.Lobstein) eine Ophthalmicamitteldruck-Erniedrigung auf der stenotischen Seite zu erwarten, bezogen auf die Gegenseite oder auf den zugehörigen Oberarmmitteldruck. Bei uns zeigte die ODM solche pathologischen Werte bei 27 von 36 Patienten. Dies entspricht recht genau (75%) der von E.Weigelin und A.Lobstein angegebenen Relation, berücksichtigt man unsere kleine Zahl von untersuchten Patienten.

In der ODG fand H.Bettelheim (1969) bei 72% (R.Caramazza bei 65%) der Patienten Hinweise auf stenosierende Prozesse, beide Methoden zusammengekommen eine Trefferquote von 89%. Auch hiermit stimmen unsere Ergebnisse recht gut überein. Hier sei allerdings auf Autoren wie H.Herrschaft und B. Neelsen hingewiesen, bei deren Patientenkollektiv nahezu die Hälfte der Stenosen der Diagnose mit der Ophthalmodynamographie entging.

Die Notwendigkeit der Kombination beider Methoden wird von den meisten Autoren betont. Daß sich dadurch die Treffsicherheit erhöht, ist durch die verschiedenen Arten von Kollateralkreisläufen bedingt (H.Hager, H.Bettelheim):

Ein gut ausgebildeter Kollateralkreislauf über den Circulus

arteriosus Wilisii kann die Ophthalmicadruckwerte normalisieren, die ODG behält jedoch ihre erniedrigten Oszillationszacken. Normale, seitengleiche Oszillogramme bei einseitigen Stenosen in Kombination mit pathologischen dynamometrischen Messungen wurden meist durch Carotis-externa-Ophthalmica-Anastomosen erklärt (H.Bettelheim). Die seit ca. 5 Jahren benutzte Stahlbandfixation mit dem beträchtlichen Anlagedruck der Augenkapsel dürfte den Einfluß der Carotis-externa-Gefäße auf das Bulbus-Orbita-Oszillogramm jedoch erheblich verringert haben (H.de Marées), so daß letztlich die Ursache derartiger negativer dynamographischer Ergebnisse kombiniert mit positiven dynamometrischen Messungen als noch ungeklärt gelten muß (H.Bettelheim).

Tritt bei einem obliterierenden Gefäßprozeß in keiner der beiden Methoden ein Hinweis auf eine Stenosierung auf, so spricht dies ebenfalls für eine gute Kollateralisierung (J.Finke und A.Buchthal).

2) Die Lokalisation der Gefäßstenosen mit ODM und ODG

27 von 36 Patienten mit angiographisch verifizierten Gefäßstenosen hatten pathologische Ophthalmicadruckwerte in der ODM. Bei 4 dieser 27 Patienten konnte die Stenose nicht auf die richtige Seite lokalisiert werden, weil eine beidseitige Ophthalmicadruk-Erniedrigung vorlag; bei einem weiteren Patienten war der diastolische Ophthalmicadruk irrefüh-

rend (s.S.21).

Was die Höhenlokalisation betrifft, so gibt es eigentlich nur zwei Lokalisationsdiagnosen: 1. vom Abgang am Aortenbogen bis in die Arteria ophthalmica einschließlich und 2. höhersitzende Stenosierungen. Es gibt keine absolut schlüssigen Zeichen, die eine weitere Unterteilung erlauben (H.Bettelheim).

Hinzukommt, daß absolut bindende Normalwerte weder für das Pulsationsvolumen (H.Derka) noch für den Ophthalmicadruk der ODG (F.Sayegh, H.Bettelheim) vorliegen. In Grenzbereichen kann so z.B. die Unterscheidung einer hohen rechtsseitigen Stenose von einer 'tiefsitzenden' linksseitigen Stenose schwierig, wenn nicht gar unmöglich werden.

Schließlich erscheint das (häufig geübte) Abwägen der Vor- und Nachteile von ODG und ODM gegenüber denen der Angiographie unangebracht: Es handelt sich um zwei grundverschiedene Arten der Aussage. Während die Gefäßdarstellung eine nahezu anatomische Lokalisationsdiagnose liefert, geben ODG und ODM lediglich Hinweise auf hämodynamische Insuffizienzen und keine Aussage über eine organische Veränderung der Gefäßinnenwand (H.Bettelheim).

3) Fehldeutungen durch die Ophthalmicadrukwerte der ODG
Einige unserer Patienten zeigten Diskrepanzen zwischen den

dynamographisch ermittelten Ophthalmicadruckwerten und der angiographischen Lokalisation der Stenosen. Die Tatsache, daß über die Normalwerte des Ophthalmicadruckes bei dem heutigen Stand der ODG keine bindenden Aussagen gemacht werden können, kann diese im Seitenvergleich auftretenden Fehldeutungen nicht erklären. Hämodynamisch ist bei diesen paradoxen Ergebnissen in erster Linie an zusätzliche, nicht nachgewiesene Gefäßprozesse bzw. Gefäßmißbildungen zu denken. Abnorme Elastizitätsverhältnisse können sich ähnlich auswirken (s.S.12).

Wie beschrieben (s.S.19) bestätigte die ODM diese Ergebnisse bei unseren Untersuchungen nicht. Diese Tatsache und Versuche an unserer Klinik geben Grund zu der Annahme, daß die ODG noch mit methodischen Fehlern behaftet ist. So beeinflusst z.B. die Wahl verschiedener Augenkapseln zum Teil unerwartet stark die Oszillogramme (T.Winter^{*)}).

4) Falsch-positive Ergebnisse

Eine Reihe von Patienten zeigte deutliche Seitendifferenzen in unseren Meßergebnissen, obwohl angiographisch keine Gefäßprozesse verifiziert werden konnten. Nur bei 4 Patienten waren die in Frage kommenden Gefäße vollständig darge-

^{*)} Nach einer persönlichen Mitteilung von H.Hager entsprechen die seit Jahren allgemein verwendeten Masken nicht seinen Vorstellungen.

stellt worden. Trotz gewisser Einschränkungen (s.S.28 f) liegen hier doch höchstwahrscheinlich falsch-positive Meßergebnisse vor. Die ODM bestätigte die dynamographischen Seitenunterschiede dieser 4 Patienten nur einmal.

Bei den übrigen Patienten war eine Stenose angiographisch nicht ausgeschlossen oder es war gar keine Angiographie durchgeführt worden. Hier traten in der ODG häufiger Seitenunterschiede auf als in der ODM.

D. Kaskel und Mitarbeiter beschrieben den Einfluß der quergestreiften Muskulatur auf das Bulbus-Orbita-Oszillogramm. Dabei dürften auch einseitige Störungen möglich sein, wenn der Patient z.B. auf einer Seite die Augenkapsel als schmerzhaft empfindet und deshalb krampft. Durch orbitale Gefäßanomalien können ebenfalls Seitenunterschiede auftreten (H.Bettelheim); Seitendifferenzen bei Belastung oder nach Maskenwechsel wurden an unserer Klinik neuerdings festgestellt (T.Winter). J. Finke und A. Buchthal beschreiben klinisch häufig symptomlose, angiographisch schwer verifizierbare Ophthalmicathrombosen, die für solche Ergebnisse verantwortlich sein können. Schließlich berichtet K. Vetter über inter- und intraindividuelle Kaliberdifferenzen der Arteria ophthalmica, die Seitendifferenzen bei Gesunden machen können und nebenbei auch die Angabe von exakten Normalwerten fragwürdig erscheinen lassen.

Insgesamt traten in der ODG prozentual weit mehr Seiten-

unterschiede auf als in der ODM, obwohl bei unseren nachgewiesenen Stenosen beide Methoden in etwa dieselbe Trefferquote hatten. Dies läßt vermuten, daß die ODG häufiger falsch-positive Ergebnisse bringt. Sicherlich ist bei der ODG mit mehr Störfaktoren zu rechnen, da die gesamte Pulsation des Orbitaltrichters registriert wird.

5) Schlußfolgerungen

Patienten mit Gefäßstenosen zeigen zu einem hohen Prozentsatz pathologische Werte in ODG und ODM. Die Aussagekraft von Seitendifferenzen kann durch diese Trefferquote überschätzt werden. Sicher gibt es nämlich eine Reihe falsch-positiver Meßergebnisse. Über ihren zahlenmäßigen Anteil kann wegen der Vielgestaltigkeit der möglichen Ursachen keine exakte Aussage gemacht werden.

Es ist anzunehmen, daß solche falsch-positiven Ergebnisse in der ODG häufiger sind als bei der ODM. Nicht zuletzt kommen hierfür als Ursache Fehlerquellen der Methode in Betracht, nach denen weiter gesucht werden sollte.

Schließlich sind wir - ähnlich wie J. Finke und A. Buchthal - der Meinung, daß Bulbus-Orbita-Oszillogramme und dynamometrische Messungen sehr zurückhaltend und mit Kritik beurteilt werden sollten. Die Diagnose "Carotisstenose" kann weder mit der ODG noch mit der ODM gestellt werden.

Beide Methoden haben lediglich ihren berechtigten Platz als diagnostische Hilfsmittel und können, vorausgesetzt man erkennt ihre Grenzen, wertvolle Hinweise zusammen mit anderen Untersuchungen bei differentialdiagnostischen Erwägungen geben.

Zusammenfassung

Im Verlauf von 3 Jahren wurden von 121 Patienten Ophthalmodynamogramme unter der Fragestellung eines stenosierenden Prozesses im Carotis-Ophthalmica-Bereich angefertigt. 91 Patienten waren zusätzlich dynamometrisch untersucht worden.

Bei 45 Patienten wurde eine Gefäßstenose vor dem Abgang der Arteria ophthalmica angiographisch nachgewiesen. 71% dieser Patienten zeigten in der ODG pathologische Werte. 36 der 45 Patienten waren mit ODG und ODM untersucht worden. Dabei war die Trefferquote der ODG 69%, die der ODM 75%, unter Berücksichtigung beider Methoden ergaben sich in 89% der Fälle Hinweise auf Gefäßstenosen. Diese Ergebnisse entsprechen weitgehend denen anderer Autoren.

Anhand von 4 Patienten mit seitendifferenten Meßergebnissen ohne angiographisch nachweisbare Gefäßprozesse wird das Vorliegen falsch-positiver Messungen diskutiert. Weitere Hinweise hierfür werden gegeben. Die möglichen Ursachen falsch-positiver Ergebnisse werden beschrieben, ebenfalls die Schwierigkeit, hierüber quantitative Angaben zu machen.

Eine Reihe paradoxer Werte zeigt, daß besonders die dynamographisch ermittelten Ophthalmicadrucke in ihrer Aussage unsicher sind. Neben anderen Erklärungen wird die Frage nach noch unbekannten Fehlerquellen in der Ophthalmodynamographie gestellt.

Schrifttum

H. Bettelheim:

Der Wert der Ophthalmodynamometrie für die Diagnose der Carotisthrombose.

Wien.klin.Wschr. 76, 217-224 (1964)

H. Bettelheim:

Ungewöhnliches Verhalten des Blutdruckes der A. ophthalmica beim Verschuß des Halsteiles der A. carotis interna.

Albr.v.Graefes Arch.Ophthal. 168, 175-184 (1965)

H. Bettelheim:

Vergleichende ophthalmodynamometrische und ophthalmodynamographische Untersuchungen bei obliterierenden Prozessen der Karotiden.

Klin.Mbl.Augenheilk. 146, 801-819 (1965)

H. Bettelheim:

Der Einfluß des Gefäßgebietes der A. carotis externa auf den Ophthalmicablutdruck und das Bulbus-Orbita-Oszillogramm.

Albr.v.Graefes Arch.Ophthal. 171, 33-41 (1966)

H. Bettelheim:

Die Obliteration der Arteria ophthalmica.

Klin.Mbl.Augenheilk. 150, 636-643 (1967)

H. Bettelheim:

Experiences with Ophthalmodynamography in the Diagnosis of Carotid Occlusion.

Amer.J.Ophthal.Ser. 3, 64, 689-699 (1967)

H. Bettelheim:

L'ophthalmodynamographie, une nouvelle méthode d'exploration ophtalmologique de la circulation céphalique.

Arch.Ophth.(Paris), t.29,n.3, 175-186 (1969)

H. Bettelheim:

Die klinische Bedeutung der Ophthalmodynamometrie und der Ophthalmodynamographie.

Klin.Mbl.Augenheilk. 155, 769-791 (1969)

H. Bettelheim:

Ophthalmodynamographische Befunde bei orbitalen und palpebralen Gefäßanomalien.

Klin.Mbl.Augenheilk. 157, 793-800 (1970)

H. Bettelheim:

Zur Diagnostik extrakranieller Gefäßverschlüsse mit augenärztlichen Methoden.

Wien.klin.Wschr. 82, 841-844 (1970)

H. Bettelheim, H. Schuster, H. Tschabitscher:

Vergleichende ophthalmodynamometrische, ophthalmodynamographische und angiographische Untersuchungen bei Karotisverschlüssen.

Wien.klin.Wschr. 83, 702-705 (1971)

R. Caramazza:

L'ophthalmodinamographia nella diagnosi topica delle affezioni occlusive dell'a carotide al collo

Rif.med. 77, 617-621 (1963)

H. Derka:

Das ophthalmodynamographische Pulsvolumen und seine Beeinflussung durch Veränderungen an der Registriervorrichtung.

Albr.v.Graefes Arch.Ophthal. 184, 167-176 (1972)

H. Derka:

Der Anteil der Arteria carotis externa am Zustandekommen des Ophthalmodynamogrammes.

Albr.v.Graefes Arch.Ophthal. 178, 246-251 (1969)

P. Dumavibhat:

Vergleich ophthalmodynamographischer und ophthalmodynamometrischer Messungsergebnisse.

Dissertation, Bonn 1968

J. Finke:

Ophthalmodynamographie in Neurologie und Psychiatrie. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1966

J. Finke und A. Buchthal:

Aussagewert des Ophthalmodynamogramms bei zerebralen Zirkulationsstörungen: Eine Zwischenbilanz.

Z.Kreisf.-Forsch. 62, 977-989 (1973)

R. Fischbach, G. Harrer und H. Harrer:

Erfahrungen mit der Ophthalmodynamographie nach Hager.
Wien.Med.Wschr. 36, 714-717 (1966)

P. Follmann, J. Littmann, L. Urai and S. Heszberger:

Ophthalmodynamometry and Ophthalmodynamography in Sub-clavian Steal Syndrome.
Ophthalmologica (Basel), 159, 363-372 (1969)

J. Frankel:

Ophthalmodynamometry: A Pilot Study.
Amer.J.Ophthal. 52, 85-90 (1961)

E. Genée und H. Honegger:

Ophthalmodynamographische Befunde bei Stenosen und Verschlüssen der Karotiden und der Gefäßabgänge vom Aortenbogen.
Klin.Mbl.Augenheilk. 156/2, 235-239 (1970)

E.S. Gurdijan, W.G. Hardy, D.W. Lindner and L.M. Thomas:

Symp. Occlusive Cerebrovascular Disease: Diagnostic Evaluation and Treatment..
Trans.Amer.Acad.Ophthal.and Otolaryngol. Bd.66, 149-165 (1962)

H. Hager:

Objektive elektrische Dynamometrie mit Hilfe des Bulbus-Orbita-Pulses.
XVII. Concilium Ophthalmologicum 1958 Belgien

H. Hager:

Zur Diagnose der Karotisthrombose, vergleichende Untersuchungen mit dem Federdruckdynamometer und der elektrischen Dynamometrie (Dynamographie).
Ber.dtsch.ophtthal.Gesellschaft, Heidelberg 62, 141-145 (1959)

H. Hager:

Die Diagnose der Karotisthrombose durch den Augenarzt.
Klin.Mbl.Augenheilk. 141, 801-840 (1962)

H. Hager:

Die Bestimmung des Pulsationsvolumens der Arteria ophthalmica.
Ber.Österr.ophtthal.Ges.wien, 7.Vers. 239-243 (1962)

H. Hager und G. Horch:

Die Beziehungen zwischen dem dynamographisch gemessenen Ophthalmicadruck und dem synchron registrierten Brachialisdruck.

Ber.dtsch.ophtal.Ges. 65, 367-371 (1963)

H. Hager und U. Link:

Die Beziehungen zwischen dem auskultierten Brachialisdruck und dem dynamographisch sowie dynamometrisch gemessenen Ophthalmicadruck.

Albr.v.Graefes Arch.Ophthal. 166, 166-179 (1963)

H. Hager:

Die Ophthalmodynamographie als Methode zur Beurteilung des Gehirnkreislaufes.

Klin.Mbl.Augenheilk. 142, 827-846 (1963)

H. Hager:

Diagnostische Möglichkeiten der Ophthalmodynamographie.

Wien.Med.Wschr. 39, 795-799 (1966)

n. Herrschaft und B. Neelsen:

Ophthalmodynamographische Untersuchungen bei Verschlüssen und Stenosen der Arteria carotis und ihrer intrakraniellen Äste.

Med.Welt 48, 2914-2922 (1967)

D. Kaskel, U. Ahlert, F. Sayegh und E. weigelin:

Ophthalmodynamographie unter Muskelrelaxantien.

Albr.v.Graefes Arch.Ophthal. 182, 229-233 (1971)

P. Kjer, M. Eiken and F. von Wowern:

Ophthalmodynamometry in Apoplectic Patients with Hemispherical Infarction or transitory Hemispherical Symptoms.

Acta Ophthalmologica Vol.48, 701-709 (1970)

H. de Marées und H. Hager:

Zur Beurteilung ophthalmodynamographischer Meßergebnisse.

Ber.dtsch.ophtal.Ges. 70, 486-492 (1969)

H. de Marées:

Ophthalmodynamographie am narkotisierten Patienten.

Ber.dtsch.ophtal.Ges. 70, 396-398 (1969)

A. Munthe-Kaas and H. Holst:

Ophthalmodynamometry in Occlusive Carotic Artery Disease.
Acta Neurolog.Scandinav. 41, 315-321 (1965)

P. Niesel:

Ophthalmodynamometrie
Ophthalmologica 158, 342-352 (1969)

F.Sayegh, G. Krüger und H. Baumann:

Vergleichende Untersuchungen mit der Ophthalmodynamometrie und der Ophthalmodynamographie nach Hager.
Ber.dtsch.ophtal.Ges. 68, 391-395 (1967)

F. Sayegh und H. Odwarka:

Fehlerberechnung bei der Ophthalmodynamographie.
Ber.dtsch.ophtal.Ges. 70, 481-486 (1969)

F. Sayegh:

Critical Comparison of Ophthalmodynamographic and Dynamometric Measurements.
Ophtal.Res.1, 201-210 (1970)

F. Sayegh, D. Kaskel und E. Weigelin:

Zur klinischen Anwendbarkeit der Ophthalmodynamographie im Vergleich zur Ophthalmodynamometrie und Karotis-angiographie.
Klin.Mbl.Augenheilk. 156, 691-701 (1970)

H. Seitz:

Normwerte und Seitendifferenzen des Pulsationsvolumens der A. ophthalmica bei Normotonikern und Hypotonikern.
Dissertation, Tübingen 1964

M. Smith and W. Hoyt:

Chronic Occlusive Disease of the Carotid Arteries with Nondiagnostic or Misleading Pressures on the Retinal Arteries.
Amer.J.Surgery, Vol.102, 661-667 (1961)

K. Vetter:

Inter- und Intraindividuelle Kaliberdifferenzen der Arteria ophthalmica.
Med.Welt 24, 172-174 (1973)

E. Weigelin und A. Lobstein:

Ophthalmodynamometrie

Monographie, Basel, New York, S. Karger (1962)

T. Winter:

Ophthalmodynamographische Befunde bei einem modifizierten Schnellong-Test.

Dissertation, Berlin 1975

J. Zurwehme, K. Lühr, F. Wille und E. Hahn:

Fehldeutungen bei Druckmessungen im Bereich der Arteria ophthalmica.

Z. Kreislauf-Forsch. 57, 262-268 (1967)

L e b e n s l a u f

Ich, Gerhard Wenzel, wurde am 6. Mai 1950 in Sigmaringen geboren, als Sohn des städt. Musikdirektors Gerhard Wenzel und seiner Ehefrau Maria, geb. Krezdorn, staatl. approb. Augenoptikermeister.

Nach vier Jahren Grundschule besuchte ich das staatl. Gymnasium in Sigmaringen, das ich 1968 mit der Reifeprüfung abschloß.

Im Herbst 1968 begann ich das Studium der Medizin an der Freien Universität Berlin. Ich studierte ausnahmslos und ohne Unterbrechung an dieser Universität, bestand im Frühjahr 1971 das Physikum und legte im Sommer 1974 das Staatsexamen ab.

Meine Medizinalassistentenzeit begann ich an der Augenklinik der Freien Universität Berlin im Klinikum Charlottenburg. Ich möchte Ophthalmologe werden.

